

PAT-NO: JP02003071583A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003071583 A  
TITLE: LASER BEAM MACHINING HEAD AND CUTTING/WELDING METHOD  
USING THE SAME

PUBN-DATE: March 11, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TSUBOTA, SHUHO	N/A
BEPPU, SEIJI	N/A
AKAHA, TAKASHI	N/A
SAIKI, HIDEO	N/A
KOMURO, TOSHIYA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2001261114

APPL-DATE: August 30, 2001

INT-CL (IPC): B23K026/06, B23K026/02 , B23K026/08 , B23K026/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser beam machining head capable of forming a parallel laser beam with a small diameter and cutting even a thick plate with a constant kerf width, and capable of welding satisfactorily even a narrow grooved thick plates.

SOLUTION: A converged laser beam 4 contracted by a converging optical system 3, which converges a laser beam 2 introduced from an optical fiber 1 and emits, is formed into a parallel laser beam 12, which is a parallel ray with a long focus, by a parallel ray optical system 11 composed of flat-concave lenses or both concave lenses, and this parallel laser beam 12 is made to emit toward a member 5 to be machined.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

[

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-71583

(P2003-71583A)

(43) 公開日 平成15年3月11日 (2003.3.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	E 4 E 0 6 8
26/02		26/02	A
26/08		26/08	C
26/14		26/14	B
			Z
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-261114(P2001-261114)

(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001.8.30)

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 坪田 秀峰

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 別府 征二

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

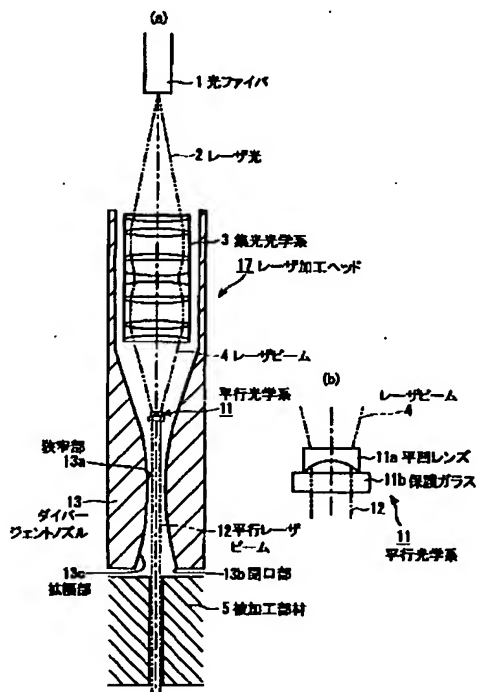
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工ヘッド及びこれを用いる切断・溶接方法

(57) 【要約】

【課題】 細径の平行レーザービームを形成し、厚板であっても一定のカーフ幅で切断することができ、また狭開先の厚板であっても良好に溶接を行うことができるレーザー加工ヘッドを提供する。

【解決手段】 光ファイバ1により導かれたレーザー光2を集光して出射する集光光学系3で集光して絞込んだ集光レーザービーム4を、平凹レンズ又は両凹レンズで構成した平行光光学系11で長焦点の平行光である平行レーザービーム12に成形し、この平行レーザービーム12を被加工部材5に向け照射するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射したレーザ光を集光して出射する集光光学系と、

この集光光学系で集光して絞り込んだ集光レーザビームを入射して、これを平行光である平行レーザビームに成形して出射する平行光光学系とを有することを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項2】 〔請求項1〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

集光光学系は、これが出射する集光レーザビームの収差を除去するよう複数枚のレンズを組み合わせた組レンズで構成したことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項3】 〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

平行光光学系から出射された平行レーザビームを反射する反射体を有するとともに、この反射体を回転軸回りに揺動することにより前記平行レーザビームを被加工部材の加工部位において所定幅で揺動させる揺動手段を有することを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項4】 〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

平行光光学系から出射された平行レーザビームを入射して、これを絞り、横断面形状が線状の線状レーザビームとなるように成形するシリンドリカルレンズを有することを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項5】 〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、

当該レーザ加工ヘッドの先端部にアシストガスを噴射するダイバジェントノズルを設けたことを特徴とするレーザ加工ヘッド。

【請求項6】 〔請求項1〕、〔請求項2〕、〔請求項4〕又は〔請求項5〕の何れか一つに記載するレーザ加工ヘッドと、

被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、

状態検出センサの出力信号を解析して加工部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、

前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、

加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、

前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量等を制御するアシストガス制御手段と、

前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御手段とを有することを特徴とするレーザ切断装置。

【請求項7】 〔請求項3〕に記載するレーザ加工ヘッ

ドと、

被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、

状態検出センサの出力信号を解析して切断部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、

前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、

10 加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、

前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量等を制御するアシストガス制御手段と、

前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、

加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザビームを加工ヘッドの走行方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有することを特徴とするレーザ切断装置。

20 【請求項8】 〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドと、

被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、

状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、

30 前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、

溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、

前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、

前記加工ヘッドを溶接部材の加工線に沿って走行させる駆動源の走行速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置とを有することを特徴とするレーザ溶接装置。

【請求項9】 〔請求項3〕に記載するレーザ加工ヘッ

ドと、  
被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、

状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、

前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、

溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、

前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の溶接線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、

加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザービームを溶接部位の幅方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有することを特徴とするレーザー溶接装置。

【請求項10】 レーザ光を集光して絞り込んだ集光レーザービームを平行光である平行レーザービームに成形し、この平行レーザービームをアシストガスとともに被加工部材の切断部位に供給してこの被加工部材を切断することを特徴とするレーザー切断方法。

【請求項11】 レーザ光を集光して絞り込んだ集光レーザービームを平行光である平行レーザービームに成形し、この平行レーザービームをフィラワイヤとともに被加工部材の溶接部位に供給してこの被加工部材を溶接を行うことを特徴とするレーザー溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザー加工ヘッド及びこれを用いる切断・溶接方法に関し、特に厚板の切断及び溶接に適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、レーザービームが有する大きなエネルギーを利用した鋼材の切断及び溶接が行われている。これは、図9に示すように、例えばYAGレーザー発振器が発振するレーザー光を光ファイバ1で加工位置近傍まで導き、光ファイバ1の端面から出射したレーザー光2を集光光学系3で集光して絞り込んだ小径の集光レーザービーム4を得、この集光レーザービーム4を被加工部材5である鋼材等の表面に照射するものである。このとき、被加工部材5の加工部位が前記集光光学系3の焦点Fの位置に占位するよう集光光学系3を含むレーザー加工ヘッドの高さ位置を調整してある。集光レーザービーム4のエネルギー密度が最大の位置で所定の加工（レーザー切断及びレーザー溶接等）を行うためである。ちなみに、加工部位では、例えば0.5～1mmφ程度にまで絞ったレーザービームを得ている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述の如き従来技術においては、レーザー加工ヘッドに内蔵する集光光学系3から出射した集光レーザービーム4を、焦点Fの位置に占位する被加工部材5の例えば表面等、加工部位に集光させているので、被加工部材5の板厚が薄い場合は、さほど

不都合はないが、板厚が厚くなると問題が生じる。集光レーザービーム4は焦点Fの位置で最も小径になるが、この焦点Fの位置から離れるにつれ、その径が漸増するビームであるからである。

【0004】具体的には、レーザー切断及びレーザー溶接の際、次の様な問題を生起する。

【0005】＜レーザー切断の場合＞

1) 焦点Fの位置を過ぎると集光レーザービーム4の径が漸増するので、被加工部材5の途中でカーフ幅が広がる等、カーフ幅が一樣とはならずテーパ形状となってしまう。

2) 当該切断には、アシストガスとして、通常O<sub>2</sub>ガス又はO<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>の混合ガス等を使用しており、このアシストガスは、図10に示すようなノズル6を介して加工部位に噴射される。このノズル6は、レーザー加工ヘッド7の先端部に形成してあり、集光レーザービーム4と同軸で且つこの集光レーザービーム4の形状に合わせた形状のテーパ部6aをその内周面に有している。この結果、開口部6bが小径であることとも相俟って開口部6bから噴射されるアシストガスの流量を十分なものとするため、アシストガスのガス圧を高くせざるを得なかった。この結果、被加工部材5の裏面でのアシストガスの拡散領域が広範囲に及び、この裏面に保温材（アスベスト等）等、可燃性の他の部材が貼着されている場合には、この他の部材が燃え広がるため、例えば、かかる部材を鋼材等の被加工部材5から取り外した後、この被加工部材5のレーザー切断を行う等、別途の作業が必要になる。このため、当該切断作業の作業能率の低下を招来してしまう。

【0006】＜レーザー溶接の場合＞

1) 図11に示すように、集光レーザービーム4の集光角θのため、厚板である被加工部材5を多層溶接する場合には、被加工部材5の表面近傍における集光レーザービーム4の蹴りを防ぐため、開先幅W<sub>0</sub>を広く採る必要がある。この結果、溶接パス数及び層数の増大を招来し、溶接作業の効率を悪化させる原因となるばかりでなく、溶接歪等も生じ易くなる。なお、図中、8は溶接ビードである。

2) 図12に示すように、溶接面が凹凸形状（三次元の凹凸曲面等）となっている場合、集光光学系3（図9参照。）で集光した集光レーザービーム4の焦点Fの位置が加工部位に一致するよう当該レーザー加工ヘッドの位置及び姿勢を逐次制御する必要がある。この結果、作業性も悪く、またこれに伴う制御自体も複雑なものとなっていた。

【0007】本発明は、上記従来技術に鑑み、細径の平行レーザービームを形成し、厚板であっても一定のカーフ幅で切断することができ、また狭開先の厚板であっても良好に溶接を行うことができるレーザー加工ヘッド及びこれを用いる切断・溶接方法を提供することを目的とす

る。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は次の点を特徴とする。

【0009】1) 入射したレーザ光を集光して出射する集光光学系と、この集光光学系で集光して絞り込んだ集光レーザビームを入射して、これを平行光である平行レーザビームに成形して出射する平行光光学系とを有すること。

【0010】2) 上記1)に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、集光光学系は、これが出射する集光レーザビームの収差を除去するよう複数枚のレンズを組み合わせた組レンズで構成したこと。

【0011】3) 上記1)又は2)に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、平行光光学系から出射された平行レーザビームを反射する反射体を有するとともに、この反射体を回転軸回りに揺動することにより前記平行レーザビームを被加工部材の加工部位において所定幅で揺動させる揺動手段を有すること。

【0012】4) 上記1)又は2)に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、平行光光学系から出射された平行レーザビームを入射して、これを絞り、横断面形状が線状の線状レーザビームとなるように成形するシリンダリカルレンズを有すること。

【0013】5) 上記1)又は2)に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、当該レーザ加工ヘッドの先端部にアシストガスを噴射するダイバージェントノズルを設けたこと。

【0014】6) 上記1)、2)、4)又は5)の何れか一つに記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して加工部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量を制御するアシストガス制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御手段とを有すること。

【0015】7) 上記3)に記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して切断部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ

発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量を制御するアシストガス制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザビームを加工ヘッドの走行方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有すること。

【0016】8) 上記1)又は2)に記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、前記加工ヘッドを溶接部材の加工線に沿って走行させる駆動源の走行速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置とを有すること。

【0017】9) 上記3)に記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の溶接線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザビームを溶接部位の幅方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有すること。

【0018】10) レーザ光を集光して絞り込んだ集光レーザビームをの平行光である平行レーザビームに成形し、この平行レーザビームをアシストガスとともに被加工部材の切断部位に供給してこの被加工部材を切断す

ること。

【0019】11) レーザ光を集光して絞り込んだ集光レーザビームを平行光である平行レーザビームに成形し、この平行レーザビームをフィラワイヤとともに被加工部材の溶接部位に供給してこの被加工部材を溶接を行うこと。

【0020】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0021】<第1の実施の形態>図1は本発明の第1の実施の形態に係るレーザ加工ヘッドを示す説明図で、(a)は全体図、(b)はその平行光光学系11を抽出して示す拡大図である。両図に示すように、光ファイバ1はレーザ発振器から出射されたレーザ光を当該レーザ加工ヘッド17の位置迄導くもので、その先端部からレーザ光2を照射する。集光光学系3は、入射したレーザ光2を集光して絞り込んだ集光レーザビーム4を出射する。本形態における集光光学系3は、これが出射する集光レーザビーム4の収差を除去するよう複数枚のレンズを組み合わせた組レンズで構成してある。このことにより、後述する平行光光学系11の出射光として得る平行レーザビーム12の平行度を良好に保持し得る。

【0022】平行光光学系11は、集光光学系3で集光して絞り込んだ集光レーザビーム4を入射して、これを平行光である平行レーザビーム12に成形して出射する。この平行光光学系11は、図1(b)に拡大して示すように、例えば平凹レンズ11aで好適に形成し得る。また、両凹レンズであっても勿論良い。図中、11bは保護ガラスである。

【0023】ダイバージェントノズル13は、その内部に狭窄部13a及び開口部13bに向かって狭窄部13aに連続する拡幅部13cを有して当該レーザ加工ヘッド17の先端部に形成してあり、その内部の平行レーザビーム12との間の隙間を介して被加工部材5に向けて切断加工時のアシストガスを噴射するようになっている。このダイバージェントノズル13を介して噴射するアシストガスは平行な整流となり平行レーザビーム12に沿う、長い平行なガス流を形成することができる。

【0024】かかるレーザ加工ヘッド17を用いれば、各横断面におけるエネルギー密度がほぼ同じ平行レーザビーム12を得ることができるので、被加工部材5が厚板の場合であっても、その厚さ方向に同様のエネルギー密度のレーザ光を照射できる。また、ダイバージェントノズル13を介してアシストガスを供給した場合には、このアシストガスを被加工部材5の厚さ方向に均一に供給することができる。

【0025】なお、本形態の加工レーザヘッド17はレーザ溶接、特に厚板のレーザ溶接に好適に適用することができるが、この場合には、当然アシストガスを供給するためのダイバージェントノズル13は不要となる。

【0026】<第2の実施の形態>図2(a)は本発明の第2の実施の形態に係るレーザ加工ヘッドを示す説明図である。同図に示すように、本形態に係るレーザ加工ヘッド27は、図1に示すレーザ加工ヘッド17に平行レーザビーム12の揺動機構を追加したものである。そこで、図2中、図1と同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0027】本形態に係るレーザ加工ヘッド27においては、平行レーザビーム12の光路の途中に、反射体である全反射ミラー21が配設してあり、この全反射ミラー21を駆動源22で回転軸23を回転中心として時計方向及び反時計方向に回転して揺動するようになっている。

【0028】当該レーザ加工ヘッド27を切断用のレーザ加工ヘッド27として使用する場合、揺動方向はレーザ加工ヘッド27の走行方向(図中の矢印で示すその右から左方向)に沿う方向とする。すなわち、当該切断作業の最初は、平行レーザビーム12を直角下方に向けて切断を開始し、切断の進行に伴う加工の状態に応じ適宜走行方向の前後に振るようにする。

【0029】このことにより、本形態に係るレーザ加工ヘッドを用いるレーザ切断では、切断能力を向上させることができる。すなわち、被加工部材5の厚さ方向の切断線5aを、被加工部材5の表面に対してほぼ直角とすることができ、この切断線5aを可及的に短縮することができる。ちなみに、かかる揺動を行わない場合、図2(b)に示すように、切断線5bは、大きくカーブしてしまう。そして、かかる傾向は、被加工部材5の板厚が厚くなれば、厚くなる程顕著になる。

【0030】また、本形態によれば、カーブ内に残留したドロスを再切断して除去可能であるため、 $O_2 + N_2$ の混合ガスであるアシストガスをを用いるレーザ切断において、 $O_2$ の量を低減することにより小カーブ幅切断を実現することができる。

【0031】当該レーザ加工ヘッド27を溶接用のレーザ加工ヘッド27として使用する場合、揺動方向はレーザ加工ヘッド27の走行方向と直角な方向(溶接線の幅方向)とする。このように、溶接線の幅方向にオシレートすることにより、開先の両エッジ部にも十分な熱量を供給することができ、その分溶接品質の向上を図ることができる。

【0032】<第3の実施の形態>図3(a)は本発明の第3の実施の形態に係るレーザ加工ヘッドを示す説明図である。同図に示すように、本形態に係るレーザ加工ヘッド37は、図1に示すレーザ加工ヘッド17にシリンドリカルレンズ31を追加したものである。そこで、図3中、図1と同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0033】本形態に係るレーザ加工ヘッド37においては、平行レーザビーム12の光路の途中にシリンドリ

カルレンズ31が配設しており、その出射光として線状の線状レーザビーム32を得る。さらに詳言すると、図3(b)に示すように、シリンドリカルレンズ31には、横断面形状が円形の平行レーザビーム12が入射される。この平行レーザビーム12は、シリンドリカルレンズ31を通過することにより線状レーザビーム32となる。この線状レーザビーム32は、長さが平行レーザビーム12の直径と同長で、幅が、シリンドリカルレンズ31から離れるにつれ、図3(b)の(ロ)、(ハ)、(ニ)に示すように漸減する横断面形状が長方形のレーザビームである。すなわち、シリンドリカルレンズ31の焦点位置では、図3(b)の(ニ)に示すように、最も幅狭のエネルギー密度が最大の線状レーザビーム32が得られる。

【0034】当該レーザ加工ヘッド37を切断用のレーザ加工ヘッド37として使用する場合、線状レーザビーム32の長手方向と当該レーザ加工ヘッド37との走行方向を一致させる。かかる状態で、切断を行うことにより、線状レーザビーム32の長手方向を切断方向として

いるので、切断遅れの発生が懸念される場合でも線状レーザビーム32の後部で所定位置の切断を行うことができ、この切断遅れを未然に回避できる。

【0035】上述の如くレーザ加工ヘッドに関して3つの実施の形態を説明したが、必要に応じ、各加工ヘッドを組み合わせた構成とすることもできる。すなわち、レーザ加工ヘッド27、37をレーザ切断に用いる場合には、アシストガスを噴射するためのノズルが必要になる。レーザ加工ヘッド27、37におけるノズルをレーザ加工ヘッド17のダイバージェントノズル13で構成することも可能であり、この場合にはアシストガスの供給に関してレーザ加工ヘッド17と同様の作用・効果を得る。また、レーザ加工ヘッド27にシリンドリカルレンズ31を組み合わせても良い。この場合、揺動による線状レーザビーム32の移動で切断速度の更なる高速化を実現し得る。

【0036】<第4の実施の形態>図4は本発明の第4の実施の形態に係るレーザ切断装置を示すブロック線図である。同図に示すように、加工ヘッドIは、上記レーザ加工ヘッド17、37又はこれらの組み合わせヘッドである。すなわち、平行レーザビーム12又は線状レーザビーム32を被加工部材5に向けて照射するものである。状態検出センサ41、42は、被加工部材5の上方及び下方に配設され、被加工部材5の切断部位の状態を検出するものである。すなわち、この場合の切断部位の状態は、この部分から発する光の光量、音又はこの部分の画像情報で把握することができ、これを被加工部材5の表面及び裏面に関して取り込んでいる。状態検出センサ41、42は、必ずしも上下に設ける必要はなく、場合によっては上方又は下方の状態検出センサ42は省略することができる。データ解析装置43は、状態検出セ

ンサ41、42の出力信号を解析して加工部位の状態を表す情報を出力する。レーザ制御装置44は、前記加工ヘッドIに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器45の出力、波形等を、前記データ解析装置43の情報に基づき制御する。すなわち、前記データ解析装置43の情報に基づき、被加工部材5の板厚、加工ヘッドIの移動速度等をパラメータとして最適な強度のレーザ光が出力されるよう制御する。光ファイバ46はレーザ発振器45が照射したレーザ光を加工ヘッドIに導入するためのものである。アシストガス供給装置47は、加工ヘッドIの先端部から被加工部材5の切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給する。アシストガス制御装置48は、データ解析装置43が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給装置47を介して供給するアシストガスの供給量等を制御する。加工ヘッド走行制御装置49は、データ解析装置43が出力する切断部位の情報に基づき加工ヘッドIを被加工部材5の切断線に沿って走行させる駆動源50の駆動速度等を制御する。ここで、加工ヘッド走行制御装置49は、データ解析装置43が出力する切断部位の情報に基づき所定の走行制御を行う必要はなく、データ解析装置43からは独立した速度制御系とすることも可能である。この場合は、加工ヘッド走行制御装置49は、予め設定された速度で加工ヘッドIが走行するよう制御する。

【0037】かかるレーザ切断装置においては、駆動源50で加工ヘッドIを走行させながらアシストガスとともに平行レーザビーム12又は線状レーザビーム32を被加工部材5の切断線に沿って照射する。このとき平行レーザビーム12は被加工部材5の板厚方向に関してほぼ同一のエネルギー密度を有するので、被加工部材5が厚板であっても良好にこれを切断することができる。また、線状レーザビーム32の場合は、加工部位が狭隘な部分にあっても遠方から効率良く所定の切断を行うことができる。

【0038】すなわち、レーザ光2(図1参照。)を集光して絞り込んだ集光レーザビーム4(図1参照。)を平行光である平行レーザビーム12に成形することで、被加工部材5が厚板であっても、平行レーザビーム12をアシストガスとともに被加工部材5の切断部位に供給して良好に被加工部材5を切断することができる。

【0039】ところで、近年、レーザ発振器45は大出力化しており、したがってレーザビームの径を、例えば1mmφ程度に絞り込まないで、例えば5mmφ程度の平行レーザビーム12としても十分な切断エネルギーを得ることができる。

【0040】さらに、本実施の形態においては平行レーザビーム12を利用しているので、従来の如き集光レーザビーム4に較べアシストガスを噴射するためのノズルの形状に自由度がある。この結果、アシストガスのガス圧を従来に較べ低減しても十分な酸素を供給することが



できる。このようにガス圧を低くした場合には、被加工部材5の裏面側に抜けるアシストガスのガス圧も低減され、この裏面側に可燃性の部材、例えばアスベスト等の保温材等が貼着されていても、これが燃え広がることはない。このため、被加工部材5と可燃性の部材とを一体的に切断することも可能になる。これにより、厚板の鋼材とアスベスト等の保温材が一体化された部分を多く有する原子炉の解体に適用してその作業性を飛躍的に向上させることができる。

【0041】<第5の実施の形態>図5は本発明の第5の実施の形態に係るレーザ溶接装置を示すブロック線図である。同図に示すように、加工ヘッドIIは、上記レーザ加工ヘッド17を用いている。すなわち、図4に示すレーザ切断装置と同様に、平行レーザビーム12を被加工部材5に向けて照射するものであり、アシストガスの供給系を除去し、シールドガスの供給系及びフィラワイヤの供給系を設けた以外は、図4に示すレーザ切断装置と同様の構成となる。そこで、図5中、図4と同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0042】シールドガス供給装置51は、平行レーザビーム12及びフィラワイヤを囲繞するよう、シールドガスを加工ヘッドIIの先端部から被加工部材5の切断部位に向けて噴射する。シールドガス制御装置52は、データ解析装置43が出力する溶接部位の情報に基づきシールドガス供給装置51を介して供給するシールドガスの供給量等を制御する。フィラワイヤ供給装置53は、被加工部材5の溶接部位にフィラワイヤを供給するものである。フィラワイヤ供給制御装置54は、データ解析装置43が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給装置53を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御する。

【0043】かかるレーザ溶接装置においては、駆動源50で加工ヘッドIIを走行させながらフィラワイヤとともに平行レーザビーム12を被加工部材5の溶接線に沿って照射する。このとき平行レーザビーム12は被加工部材5の板厚方向に関してほぼ同一のエネルギー密度を有するばかりでなく、横断面の形状におけるビード径がほぼ同一であるので、図6に示すように、被加工部材5の板厚が厚くても、この被加工部材5の板厚方向の何れの位置でも同様の開先幅 $W_0$ とすることができる。このため、開先幅 $W_0$ を可及的に小さくすることができ、溶接層数及び溶接パス数を可及的に低減し得る。なお、図6中、8は溶接ビードである。

【0044】また、図9に示すように、溶接面が凹凸形状（三次元の凹凸曲面等）となっている場合でも、加工ヘッドIIの高さ位置を調節することなく同一高さで溶接作業を行うことができる。平行レーザビーム12は被加工部材5の高さ方向の幅がほぼ同一であるからである。この結果、上記凹凸形状等の複雑な形状であっても、複雑な加工ヘッドIIの高さ位置制御を行う必要もなく、高

効率の溶接作業を実施し得る。

【0045】すなわち、レーザ光2（図1参照。）を集光して絞込んだ集光レーザビーム4（図1参照。）を平行光である平行レーザビーム12に成形することで、被加工部材5が厚板であっても、平行レーザビーム12をフィラワイヤとともに被加工部材5の溶接部位に供給して良好に被加工部材5を溶接することができる。

【0046】<第6の実施の形態>図8は本発明の第6の実施の形態に係る平行レーザビーム12の揺動機構を有するレーザ切断装置及び溶接装置の図4及び図5に追加する部分を示すブロック線図である。すなわち、同図に示す、揺動制御装置61、駆動源22及び全反射ミラー21を図4及び図5に示す装置に追加している。長焦点光学系62は、集光光学系3（図1参照。）及び平行光光学系11（図1参照。）を合わせたものである。

【0047】ここで、当該揺動機構を図4に示すレーザ切断装置に適用する場合、揺動制御装置61は、加工ヘッド走行制御装置49が出力する加工ヘッドIの走行速度指令に基づき加工ヘッドIの走行と同期して平行レーザビーム12を加工ヘッドIの走行方向に振るよう前記全反射ミラー21の揺動を制御する。一方、図5に示すレーザ溶接装置に適用する場合には、加工ヘッド走行制御装置49が出力する加工ヘッドIIの走行速度指令に基づき加工ヘッドIIの走行と同期して平行レーザビーム12を溶接部位の幅方向に振るよう全反射ミラー21の揺動を制御する。

【0048】かくして、レーザ切断装置に追加した場合は、切断線5a（図2参照。）の直線化により、その切断速度の向上に資することができる。また、溶接装置に追加した場合には、開先の端部にも十分な熱を供給することができる。

【0049】

【発明の効果】以上実施の形態とともに具体的に説明した通り、〔請求項1〕に記載する発明は、入射したレーザ光を集光して出射する集光光学系と、この集光光学系で集光して絞込んだ集光レーザビームを入射して、これを平行光である平行レーザビームに成形して出射する平行光光学系とを有するので、軸方向に亘り均一なエネルギー密度を有する平行レーザビームを得ることができる。この結果、厚板の切断、溶接に適用して最適なものとなり、これらの作業を迅速且つ簡便に進めることができる。また、切断に用いる場合には、アシストガスを噴射するためのノズルが必要になるが、このノズルの形状の自由度が増すので、ノズル回りの形状を合理的なものとするることができる。

【0050】〔請求項2〕に記載する発明は、〔請求項1〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、集光光学系は、これが出射する集光レーザビームの収差を除去するよう複数枚のレンズを組み合わせた組レンズで構成したので、平行度の高い良質の平行レーザビームを得ること



ができ、〔請求項1〕に記載する発明の作用・効果を実質且つ顕著なものとすることができる。

【0051】〔請求項3〕に記載する発明は、〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、平行光光学系から出射された平行レーザビームを反射する反射体を有するとともに、この反射体を回動軸回りに揺動することにより前記平行レーザビームを被加工部材の加工部位において所定幅で揺動させる揺動手段を有するので、レーザ切断の場合には、板厚方向において切断線の直線化を図ることができ、これにより切断作業の迅速化を達成し得る。また、レーザ溶接の場合には、開先の両端部の部分にも十分な熱を供給することができるので、溶接品質の向上を図ることができる。

【0052】〔請求項4〕に記載する発明は、〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、平行光光学系から出射された平行レーザビームを入射して、これを絞り、横断面形状が線状の線状レーザビームとなるように成形するシリンドリカルレンズを有するので、カーフ幅の狭い、切断方向に伸びる線状レーザビームを得ることができる。この結果、カーフ幅の狭い切断線で被加工部材を切断するとともに、線状レーザビームの前部のみならず後部でも熱を供給して切断の遅れを未然に防止し得る。

【0053】〔請求項5〕に記載する発明は、〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドにおいて、当該レーザ加工ヘッドの先端部にアシストガスを噴射するダイバージェントノズルを設けたので、ダイバージェントノズルの整流効果により、軸方向に均一なアシストガスの流れを形成することができ、板厚が厚い被加工部材であってもその板厚方向に十分なアシストガスを供給することができ、良好なレーザ切断に資することができる。

【0054】〔請求項6〕に記載する発明は、〔請求項1〕、〔請求項2〕、〔請求項4〕又は〔請求項5〕の何れか一つに記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して加工部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量を制御するアシストガス制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御手段とを有するので、レーザ切断において、〔請求項1〕、〔請求項2〕、〔請求項4〕又は〔請求項5〕に

記載する加工ヘッドが有する作用・効果を得ることができる。この結果、被加工部材の板厚が厚い場合でも良好にこれを切断し得る。さらに、アシストガスを噴射するためのノズルの形状に自由度があり、アシストガスのガス圧を従来に較べ低減しても十分な酸素を供給することができる。この結果、被加工部材の裏面側に抜けるアシストガスの拡散の程度も低減され、この裏面側に可燃性の部材、例えばアスベスト等の保温材等が貼着されていても、これが燃え広がることはない。このため、被加工部材と可燃性の部材とを一体的に切断することも可能になり、当該切断作業の効率の飛躍的な向上を図ることができる。

【0055】〔請求項7〕に記載する発明は、〔請求項3〕に記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の切断部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して切断部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、加工ヘッドの先端部から切断部位に向けて噴射するアシストガスを供給するアシストガス供給手段と、前記データ解析手段が出力する切断部位の情報に基づきアシストガス供給手段を介して供給するアシストガスの供給量を制御するアシストガス制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の切断線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザビームを加工ヘッドの走行方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有するので、〔請求項6〕に記載するレーザ切断装置の作用・効果に加え、被加工部材に照射するレーザビームを切断方向に振ることができる。この結果、板厚方向において切断線の直線化を図ることができ、これにより切断作業の迅速化を達成し得る。

【0056】〔請求項8〕に記載する発明は、〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載するレーザ加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザ光を出射するレーザ発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザ制御手段と、溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、前記加工ヘッドを溶接部材の加工線に沿って走行させる駆動源の走行速度等を

制御する加工ヘッド走行制御装置とを有するので、レーザー溶接において、〔請求項1〕又は〔請求項2〕に記載する加工ヘッドが有する作用・効果を得ることができる。この結果、被加工部材の板厚が厚い場合でも狭開先とすることができ、可及的に少ない溶接パス及び層数で所望の厚板の溶接を行うことができ、被加工部材に対する熱歪み等の影響も十分低減できる。また、溶接面が凹凸形状（三次元の凹凸曲面等）となっている場合でも、加工ヘッドの高さ位置を調節することなく同一高さで溶接作業を行うことができるので、複雑な形状であっても、複雑な加工ヘッドの高さ位置制御を行う必要もなく、高効率の溶接作業を実施し得る。

【0057】〔請求項9〕に記載する発明は、〔請求項3〕に記載するレーザー加工ヘッドと、被加工部材の上方若しくは下方、又は上方及び下方に配設され、被加工部材の溶接部位の状態を検出する状態検出センサと、状態検出センサの出力信号を解析して溶接部位の状態を表す情報を出力するデータ解析手段と、前記加工ヘッドに向けてレーザー光を射出するレーザー発振器の出力、波形等を、前記データ解析手段の情報に基づき制御するレーザー制御手段と、溶接部位にフィラワイヤを供給するフィラワイヤ供給手段と、前記データ解析手段が出力する溶接部位の情報に基づきフィラワイヤ供給手段を介して供給するフィラワイヤの供給速度等を制御するフィラワイヤ供給制御手段と、前記加工ヘッドを被加工部材の溶接線に沿って走行させる駆動源の駆動速度等を制御する加工ヘッド走行制御装置と、加工ヘッド走行制御装置が出力する加工ヘッドの走行速度指令に基づき加工ヘッドの走行と同期して平行レーザービームを溶接部位の幅方向に振るよう前記加工ヘッドの反射体の揺動を制御する揺動制御手段とを有するので、〔請求項8〕に記載するレーザー切断装置の作用・効果に加え、被加工部材に照射するレーザービームを溶接方向と直角方向に振ることができる。この結果、溶接線開先部の両端部における被加工部材の溶け込みを十分なものとすることができ、高品質の溶接を実現できる。

【0058】〔請求項10〕に記載する発明は、レーザー光を集光して絞り込んだ集光レーザービームを平行光である平行レーザービームに成形し、この平行レーザービームをアシストガスとともに被加工部材の切断部位に供給してこの被加工部材を切断するので、〔請求項6〕に記載する発明と同様の効果を得る。

【0059】〔請求項11〕に記載する発明は、レーザー光を集光して絞り込んだ集光レーザービームを平行光である平行レーザービームに成形し、この平行レーザービームをフィラワイヤとともに被加工部材の溶接部位に供給してこの被加工部材を溶接を行うので、〔請求項9〕に記載

する発明と同様の効果を得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るレーザー加工ヘッドを示す説明図で、(a)は全体図、(b)はその平行光光学系を抽出して示す拡大図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係るレーザー加工ヘッドを示す説明図で、(a)は全体図、(b)はこの場合の被加工部材の切断線の様子を示す説明図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係るレーザー加工ヘッドを示す説明図で、(a)は全体図、(b)はそのビームの形状を示す説明図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態に係るレーザー切断装置を示すブロック線図である。

【図5】本発明の第5の実施の形態に係るレーザー溶接装置を示すブロック線図である。

【図6】図5に示すレーザー溶接装置による溶接の態様を示す説明図である。

【図7】図5に示すレーザー溶接装置による溶接の態様を示す説明図である。

【図8】図4及び図5に示す装置に追加して有用な揺動機構を示すブロック線図である。

【図9】従来技術に係るレーザー加工ヘッドを示す説明図である。

【図10】図9に示すレーザー加工ヘッドのノズル部分の一例を示す説明図である。

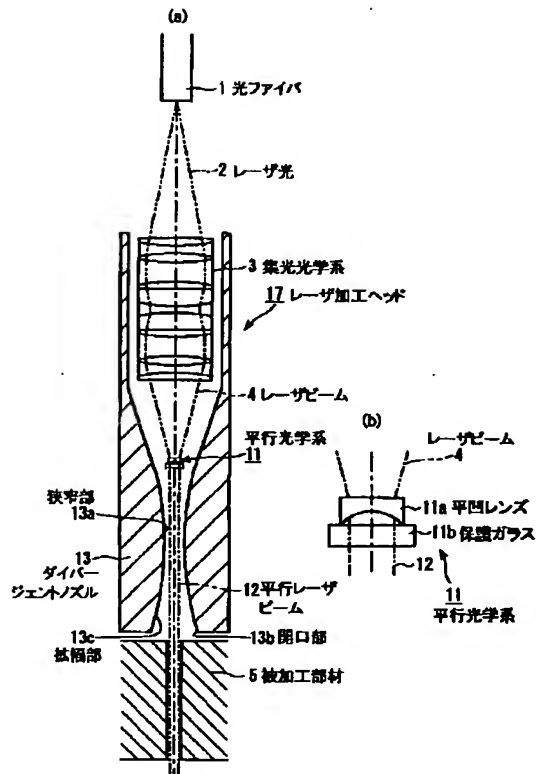
【図11】図9に示すレーザー溶接装置による溶接の態様を示す説明図である。

【図12】図9に示すレーザー溶接装置による溶接の態様を示す説明図である。

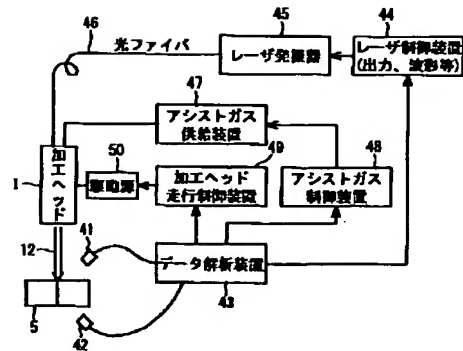
【符号の説明】

1	光ファイバ
2	レーザー光
3	集光光学系
4	集光レーザービーム
5	被加工部材
11	平行光光学系
12	平行レーザービーム
13	ダイバージェントノズル
17	レーザー加工ヘッド
21	全反射ミラー
22	駆動源
27	レーザー加工ヘッド
31	シリンドリカルレンズ
32	線状レーザービーム
37	レーザー加工ヘッド
41	状態検出センサ
42	状態検出センサ

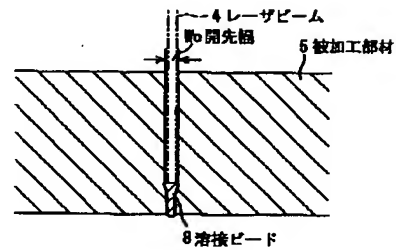
【図1】



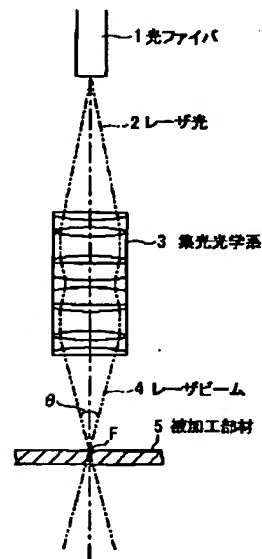
【図4】



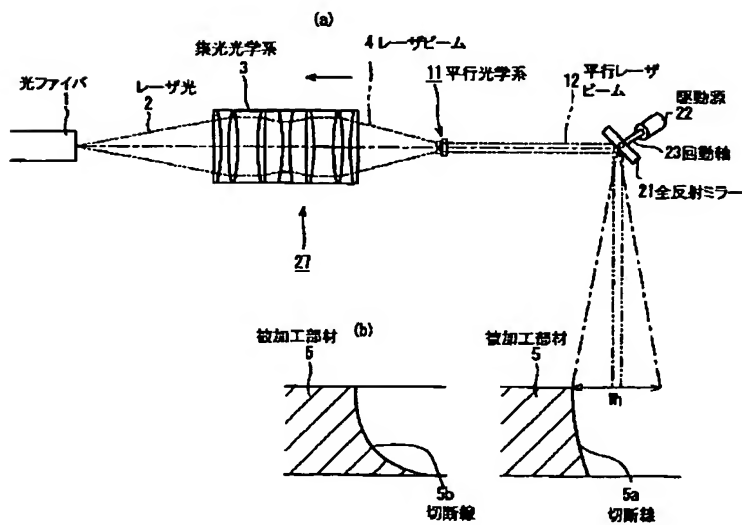
【図6】



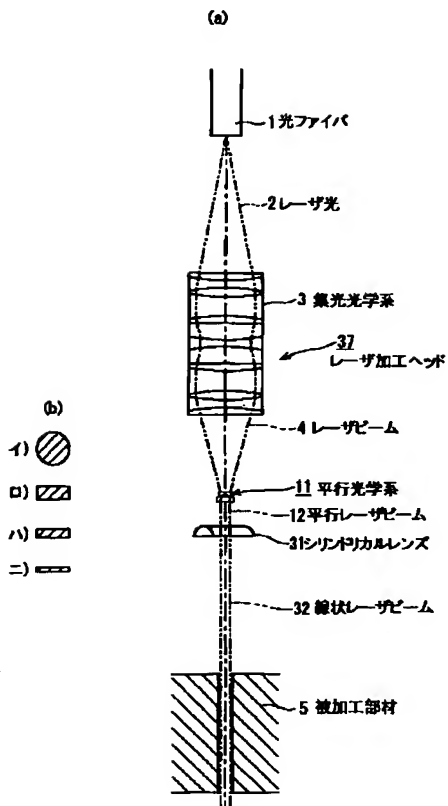
【図9】



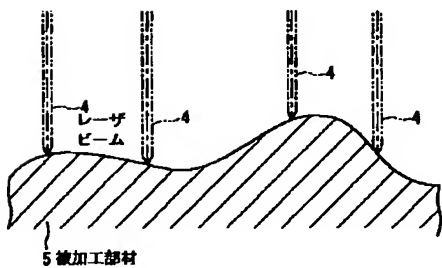
【図2】



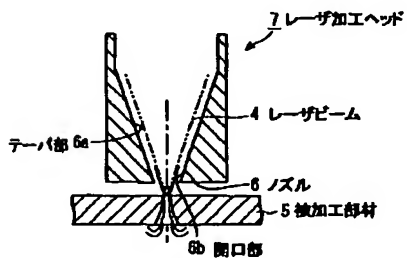
【図3】



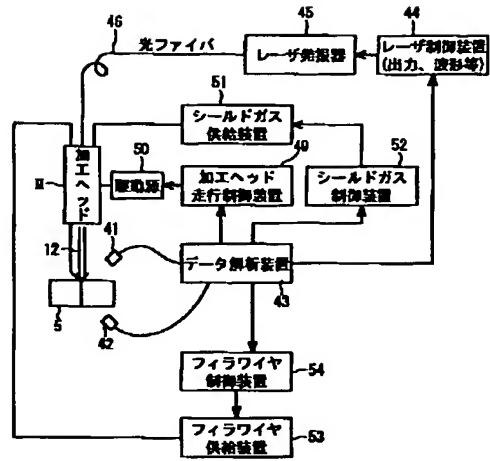
【図7】



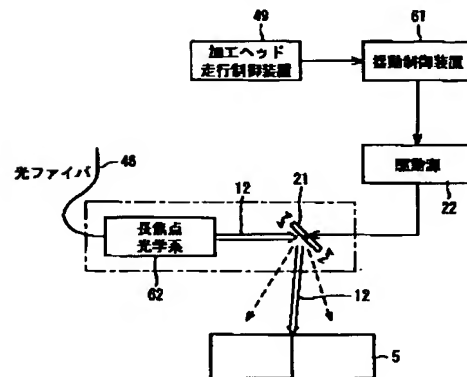
【図10】



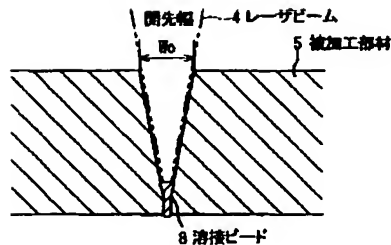
【図5】



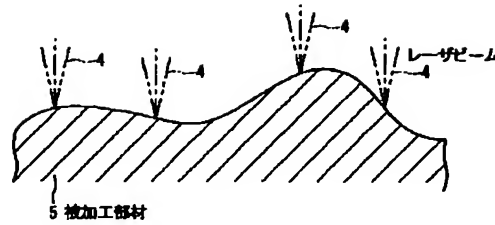
【図8】



【図11】



【図12】



## フロントページの続き

(72)発明者 赤羽 崇

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 斉木 秀男

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 小室 敏也

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三  
菱重工業株式会社内Fターム(参考) 4E068 AE00 BA06 CB01 CC00 CC01  
CD13 CH03